



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 196 33 013 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
G 06 F 1/04
H 04 L 7/04

DE 196 33 013 A 1

⑯ Aktenzeichen: 196 33 013.0
⑯ Anmeldetag: 18. 8. 96
⑯ Offenlegungstag: 19. 2. 98

⑯ Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

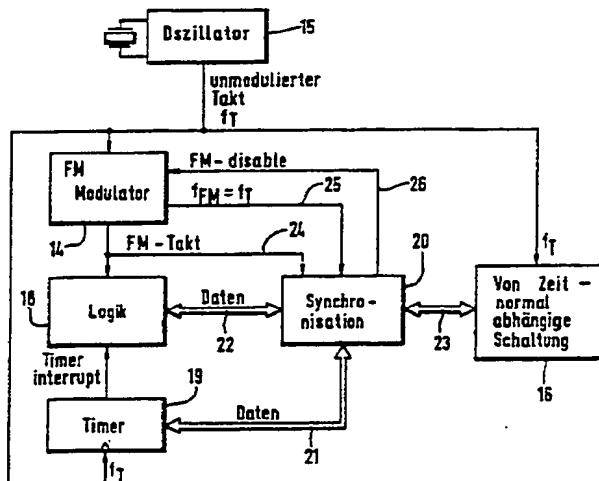
⑯ Erfinder:
Loreck, Heinz, 65510 Idstein, DE; Merz, Carsten,
55218 Ingelheim, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 44 42 403 A1
DE 33 36 392 A1
US 54 88 627
US 54 37 060
US 51 62 746
EP 03 26 643 A2

⑯ Digitale Schaltungsanordnung

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf eine digitale, taktgesteuerte Schaltungsanordnung, bei der die durch den Arbeitstakt (f_T) hervorgerufene Störausstrahlung durch Modulation der Taktfrequenz (f_{FM}) reduziert wird. Es ist eine Aufteilung in Schaltungsteile (3, 16) vorgesehen, die hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Taktfrequenz (f_T) stellen und in Schaltungsteile (1, 18), welche ein hohes Störausstrahlungspotential besitzen. Die Schaltungsteile (3, 16) mit hohen Genauigkeitsanforderungen werden mit unmoduliertem Takt (f_T), die übrigen Schaltungsteile (1, 18) mit frequenzmoduliertem Takt (f_{FM}) betrieben. Über eine Kommunikations schaltung (5, 8, 20) sind die mit unmoduliertem und die mit moduliertem Takt betriebenen Schaltungsteile miteinander verbunden.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine digitale, taktgesteuerte Schaltungsanordnung, bei der die Störausstrahlung, die durch den Arbeitstakt bzw. durch die Taktung hervorgerufen wird, durch Modulation der Taktfrequenz reduziert wird.

Eine solche Schaltungsanordnung ist beispielsweise in der US-PS 4 695 808 beschrieben. Bei solchen digitalen Schaltungen, die mit einem vorgegebenen, stabilen Takt betrieben werden, treten bekanntlich Störsignale mit ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz des Arbeitstaktes auf, die schmalbandig sind und relativ hohe Amplituden annehmen können. Um die Energie dieser Störausstrahlung auf ein breiteres Frequenzspektrum auszudehnen und dadurch die Amplitude des Störsignals zu verringern, wird die Frequenz des Taktsignals oder Taktgebersignals moduliert. Dieser Maßnahme steht jedoch entgegen, daß in einem Mikroprozessor und auch in anderen digitalen Schaltungen dieser Art, für den Datenaustausch und das Zusammenwirken der einzelnen Schaltgruppen untereinander ein möglichst genauer Systemtakt vorgegebener Grundfrequenz erforderlich ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die beiden vorgenannten, an sich widersprüchlichen Forderungen nach einem hochgenauen, schmalbandigen Taktgebersignal bzw. Arbeitstakt einerseits und nach Verteilung der ausgestrahlten Störenergie über ein breiteres Frequenzband, was sich durch Frequenzmodulation erreichen ließe, in Einklang zu bringen.

Es hat sich herausgestellt, daß diese Aufgabe durch die im Anspruch 1 beschriebene Schaltungsanordnung zu lösen ist, deren Besonderheit darin besteht, daß eine Aufteilung der Schaltungsanordnung in Schaltungsteile mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Taktfrequenz und in Schaltungsteile mit hohem Störausstrahlungspotential vorgesehen ist, daß den Schaltungsteilen mit hohen Genauigkeitsanforderungen der Arbeitstakt oder ein von dem Arbeitstakt abgeleiteter Takt unmoduliert zugeführt wird und die übrigen Schaltungsteile mit moduliertem Takt versorgt werden sowie daß eine Kommunikationsschaltung vorhanden ist, die die mit dem unmoduliertem Takt betriebenen Schaltungsteile mit den übrigen, an dem modulierten Takt angeschlossenen Schaltungsteilen verbindet.

Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist als Kommunikationsschaltung ein von zwei Seiten beschreib- und auslesbarer Pufferspeicher vorgesehen, über den Daten von einer mit unmoduliertem Takt versorgten Zeitnormalen zu einer mit frequenzmoduliertem Takt versorgten Logikschaltung, und in umgekehrter Richtung, übertragen werden. Als Kommunikationsschaltung ist erfindungsgemäß auch eine Phasenvergleichs- oder Synchronisierschaltung verwendbar, die eine Datenübertragung nur zu Zeiten hinreichend übereinstimmender Frequenz bzw. Phasenlage zwischen dem unmodulierten und dem modulierten Takt zuläßt. Schließlich ist es noch möglich und in vielen Fällen vorteilhaft, als Kommunikationsschaltung eine Synchronisierschaltung zu verwenden, die den Zeitbereich hinreichender Übereinstimmung zwischen den Frequenzen bzw. Phasenlagen des nicht modulierten und des modulierten Taktes verlängert und wiederum nur in den Zeiten hinreichender Übereinstimmung die Datenübertragung zuläßt.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß in einer digitalen Schaltung der hier in Rede stehenden Art nur

bestimmte Schaltungsteile mit der präzisen Taktgeberfrequenz betrieben werden sollten, während andere Schaltungsteile, von denen in der Praxis der größere Teil der Störausstrahlung ausgeht, mit dem frequenzmodulierten Takt betrieben werden können, wenn bei der Kommunikation zwischen den einzelnen Schaltungsteilen ein asynchroner Datenaustausch oder eine zeitweise Synchronisation ermöglicht wird.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung läßt also sowohl ein Arbeiten mit hohen Genauigkeitsanforderungen im Zeitbereich zu, als auch eine wirkungsvolle Dämpfung bzw. Reduzierung der Störausstrahlung durch Verteilung der Störenergie über ein relativ breites Frequenzband.

Weitere Einzelheiten, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Abbildungen hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung der prinzipiellen Arbeitsweise einer Schaltungsanordnung nach der Erfindung,

Fig. 2 in gleicher Darstellungsweise ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung nach der Erfindung,

Fig. 3A, 3B Diagramme zur Erläuterung weiterer Ausführungsbeispiele der Erfindung und

Fig. 4 ebenfalls in Blockdarstellung und schematisch vereinfacht weitere Details der Schaltungsanordnung nach Fig. 1.

Fig. 1 dient zur Erläuterung der prinzipiellen Arbeitsweise der Erfindung. Es sind nur die wesentlichen Komponenten oder Funktionen der Schaltung symbolisch dargestellt.

Eine digitale, taktgesteuerte Schaltungsanordnung nach der Erfindung setzt sich aus Schaltungsteilen 1, die mit einem Taktgeber 2 betrieben werden, und aus Schaltungsteilen 3, die an einem zweiten Taktgeber 4 angeschlossen sind, zusammen. Die Kommunikation zwischen den Schaltungsteilen 1 und 3 geschieht mit Hilfe einer Kommunikationsschaltung 5, die in irgendeiner Weise die Steuerung der Schaltungsteile 1 und 3 mit verschiedenen Taktquellen (2, 4) ausgleichen muß. Das erfindungsgemäße Schaltungsprinzip kann auf Mikroprozessoren oder Mikrocomputer und auch auf andere digitale Schaltungsanordnungen angewendet werden.

Die Taktquelle 4 liefert an die Schaltungsteile 3, die hier "Zeitnormale" darstellen, einen unmodulierten, exakt vorgegebenen Arbeitstakt f_T . Eine Modulation dieses Taktes kommt nicht in Frage. Die übrigen Schaltungsteile 1, die z. B. die gesamte Logik eines Mikrocomputers oder einer Regelungsschaltung umfassen können, stellen wesentlich geringere Anforderungen an die Taktgenauigkeit. Der Taktgeber 2 für die Logik 1 generiert daher einen frequenzmodulierten Takt mit der Frequenz f_{FM} . Durch diese Frequenzmodulation wird die Störausstrahlung entscheidend reduziert. Da in der Praxis in der Logik 1 bzw. in den Schaltungsteilen 1 der größte Anteil der Störaussendung der gesamten Digitalschaltung entsteht und die Zeitnormale (Schaltungsteil 3) nur im geringen Umfang zur Störaussendung beiträgt, wird durch die Frequenzmodulation der weitaus größte Teil der Störquelle erfaßt.

Der modulierte Takt f_{FM} und der unmodulierte Takt f_T aus den Quellen 2 und 4 werden natürlich aus einer gemeinsamen Quelle (siehe Fig. 4) abgeleitet, was eine Synchronisierung erleichtert.

Bei digitalen Schaltungen der hier in Rede stehenden

Art ist eine Kommunikation bzw. ein Datenaustausch zwischen den Schaltungsteilen 1 und 3 erforderlich. Um trotz der unterschiedlichen Taktfrequenzen f_{FM} und f_T eine Kommunikation zu ermöglichen, ist im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ein von zwei Seiten beschreib- und auslesbarer Pufferspeicher 5, beispielsweise ein so- genannter Dual Port RAM, vorgesehen. Über diesen Pufferspeicher 5 können die Schaltungsteile 1 und 3 asynchron kommunizieren.

In Fig. 1 sind die Busse, über die Daten und der Datentakt übertragen werden, mit 6 und 7 bezeichnet. Über diese Busse können die beiden Schaltungsteile 1 und 3 asynchron kommunizieren.

Ein anderes Beispiel des Datenaustauschs zwischen den Schaltungsteilen 1 und 3 zeigt Fig. 2. In diesem Beispiel ist eine Phasenvergleichseinrichtung 8 vorgesehen, die ständig die Taktfrequenzen f_{FM} und f_T vergleicht und einen Datenaustausch über einen Datenbus 9 nur zu Zeiten zuläßt, in denen die Frequenzen bzw. Phasen lagen der beiden Quellen 2 und 4 hinreichend genau 20 übereinstimmen. Der Arbeitstakt wird ebenfalls über den Bus 9 übertragen.

Fig. 3A, die den Verlauf der Frequenz über der Zeit wiedergibt, symbolisiert, daß das frequenzmodulierte Signal f_{FM} periodisch mit der unmodulierten Frequenz f_T zusammenfällt, so daß in den durch einen Kreis gekennzeichneten Zeiten t_{10}, t_{11}, t_{12} ein Datenaustausch über den Datenbus 9 in Fig. 2 stattfinden kann.

Eine Variante der Synchronisierweise, auf die sich Fig. 3A bezieht, wird durch Fig. 3B veranschaulicht. Es 30 besteht grundsätzlich die Möglichkeit, durch Einwirkung der Vergleichs- oder Synchronisationseinrichtung auf den Frequenzmodulator, mit dem aus dem Takt mit der Frequenz f_T der frequenzmodulierte Takt f_{FM} gewonnen wird, den Zeitbereich für die Datenübertragung 35 zu verlängern. Durch Einwirkung auf den Frequenzmodulator wird nämlich — vergleiche Fig. 3B — ein Zeitbereich "t₁₃ bis t₁₄" geschaffen, in dem eine hinreichend genaue Übereinstimmung zwischen den Frequenzen bzw. Phasen lagen der beiden Signale mit den Frequenzen f_{FM} und f_T besteht. Allerdings kann eine solche Maßnahme, nämlich die Ausdehnung des Zeitbereichs, abhängig von der Dauer der hinreichenden Übereinstimmung beider Signale, eine entsprechende Erhöhung oder Verlängerung der Störausstrahlung zur Folge haben. 45

Schließlich sind in Fig. 4 noch weitere Details einer digitalen Schaltungsanordnung der hier in Rede stehenden Art, beispielsweise der Schaltung nach Fig. 1, dargestellt.

Zur Erzeugung des Arbeitstaktes ist nach Fig. 4 eine frequenzstabile Oszillatorschaltung 15 vorgesehen, die den unmodulierten Takt f_T (oder ein Vielfaches dieses Taktes) erzeugt. Dieser Takt f_T wird den Schaltungsteilen 16, die hohe Anforderungen an die Frequenzstabilität und Genauigkeit stellen, zugeleitet. Das Ausgangssignal der Oszillatorschaltung 15, das die Taktfrequenz f_T besitzt, wird außerdem über einen Frequenzmodulator 17 denjenigen Schaltungsteilen 18 zugeleitet, die den höheren oder entscheidenden Anteil zur Störausstrahlung leisten und die ohne Beeinträchtigung der Datenverarbeitung mit einem modulierten Takt f_{FM} betrieben werden können. Diese Schaltungsteile 18 stellen in der Praxis den eigentlichen Störsender dar, dessen Störausstrahlung durch die Frequenzmodulation auf das zulässige Maß reduziert wird. 65

Der unmodulierte Systemtakt f_T wird bei dem Schaltungsbeispiel nach Fig. 4 über einen Timer 19 der Logik

18, beispielsweise einem Mikrocomputer, zugeleitet.

Wie bereits anhand der Fig. 1 erläutert wurde, ist eine Kommunikations- oder Synchronisierschaltung 20 notwendig, um den erforderlichen Datenaustausch zwischen den Schaltungsteilen 16 und 18 zu ermöglichen. Die Einrichtung 20 symbolisiert entweder einen Pufferspeicher (vergleiche Pufferspeicher 5 in Fig. 1) oder eine Phasenvergleichs- oder Phasenbeeinflussungseinrichtung, die immer dann eine Datenübertragung zuläßt, wenn eine hinreichend genaue Übereinstimmung der Frequenz bzw. Phasenlage zwischen dem frequenzmodulierten Takt und dem unmodulierten Takt besteht.

Schließlich sind in Fig. 4 noch Datenbusse 21, 22, 23, Signalübertragungsleitungen 24, 25, 26 zur Übertragung des modulierten Taktes (24), eines Modulator-Steuersignals (26) und zur Signalisierung übereinstimmender Phasenlage (25) dargestellt; dies sind einige der bekanntlich in solchen digitalen Schaltungen benötigten Übertragungsleitungen.

Patentansprüche

1. Digitale, taktgesteuerte Schaltungsanordnung, bei der die durch die Taktung hervorgerufene Störausstrahlung durch Modulation der Taktfrequenz reduziert wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufteilung in Schaltungsteile (3, 16) mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Taktfrequenz (f_T) und in Schaltungsteile (1, 18) mit hohem Störausstrahlungspotential vorgesehen ist, daß den Schaltungsteilen (3, 16) mit hohen Genauigkeitsanforderungen der Arbeitstakt (f_T) oder ein von der Taktgeberfrequenz (f_T) abgeleiteter Takt unmoduliert zugeführt und die übrigen Schaltungsteile (1, 18) mit moduliertem Takt (f_{FM}) versorgt werden und daß eine Kommunikationsschaltung (5, 8, 20) vorhanden ist, über die die mit dem unmodulierten Takt (f_T) betriebenen Schaltungsteile (3, 16) mit den übrigen, an den modulierten Takt (f_{FM}) angeschlossenen Schaltungsteilen (1, 18) verbunden sind.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kommunikationsschaltung ein von zwei Seiten schreib- und lesbarer Pufferspeicher (5, 20), z. B. ein Dual Port RAM, vorgesehen ist, über den Daten von einer mit unmoduliertem Takt (f_T) versorgten Zeitnormalen (3, 18) zu einer mit frequenzmoduliertem Takt (f_{FM}) versorgten Logikschaltung (1, 18) sowie in umgekehrter Richtung übertragen werden.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kommunikationsschaltung eine Phasenvergleichs- oder Synchronisierschaltung (8) vorgesehen ist, die nur zu Zeiten hinreichend übereinstimmender Frequenz bzw. Phasenlage zwischen dem unmodulierten und dem modulierten Takt eine Datenübertragung zuläßt.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kommunikationsschaltung eine Synchronisierschaltung (8) vorgesehen ist, die den Zeitbereich hinreichender Übereinstimmung ($t_{10,11,12}, t_{13}$ bis t_{14}) zwischen der Frequenz bzw. Phasenlage des unmodulierten und des modulierten Taktes verlängert und die nur zu Zeiten hinreichender Übereinstimmung ($t_{10,11,12}, t_{13}$ bis t_{14}) der Frequenz bzw. Phasenlage eine Datenübertragung zuläßt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

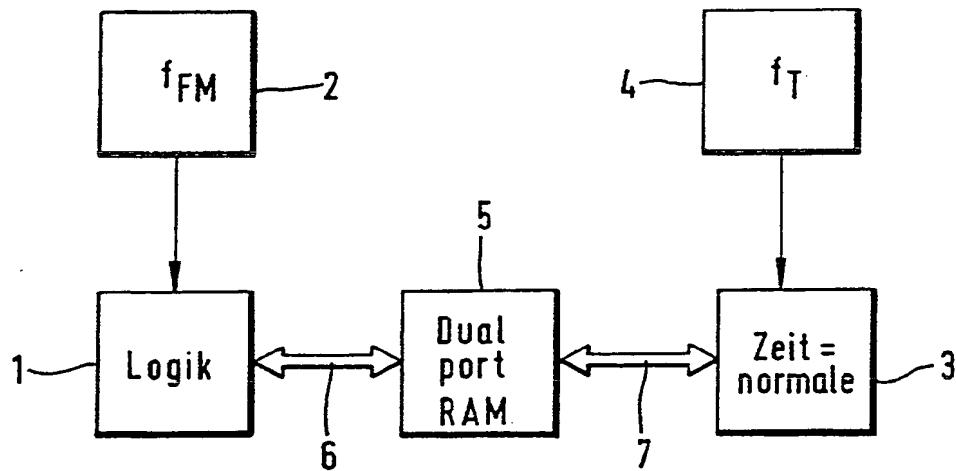


Fig. 1

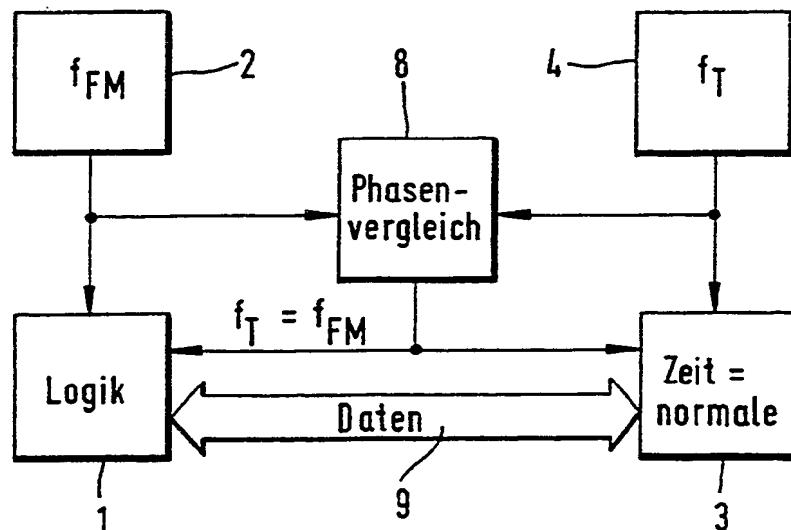


Fig. 2

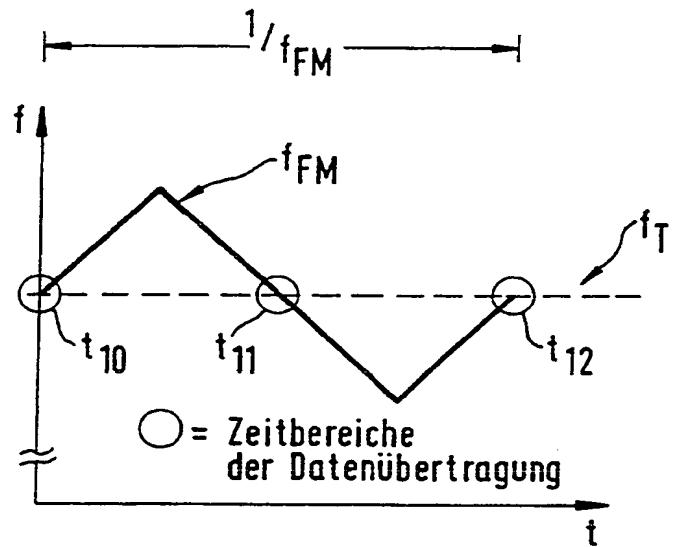


Fig. 3A

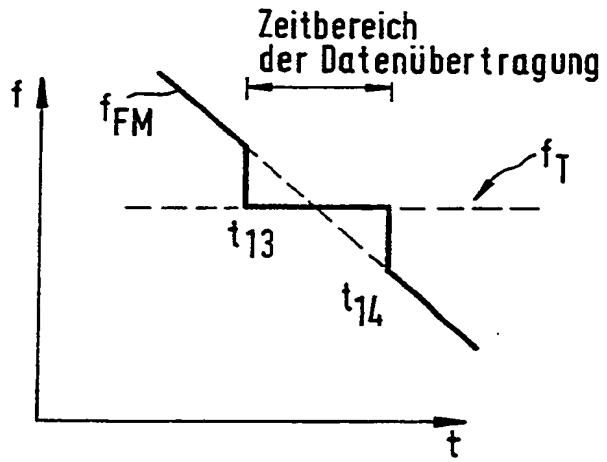


Fig. 3B

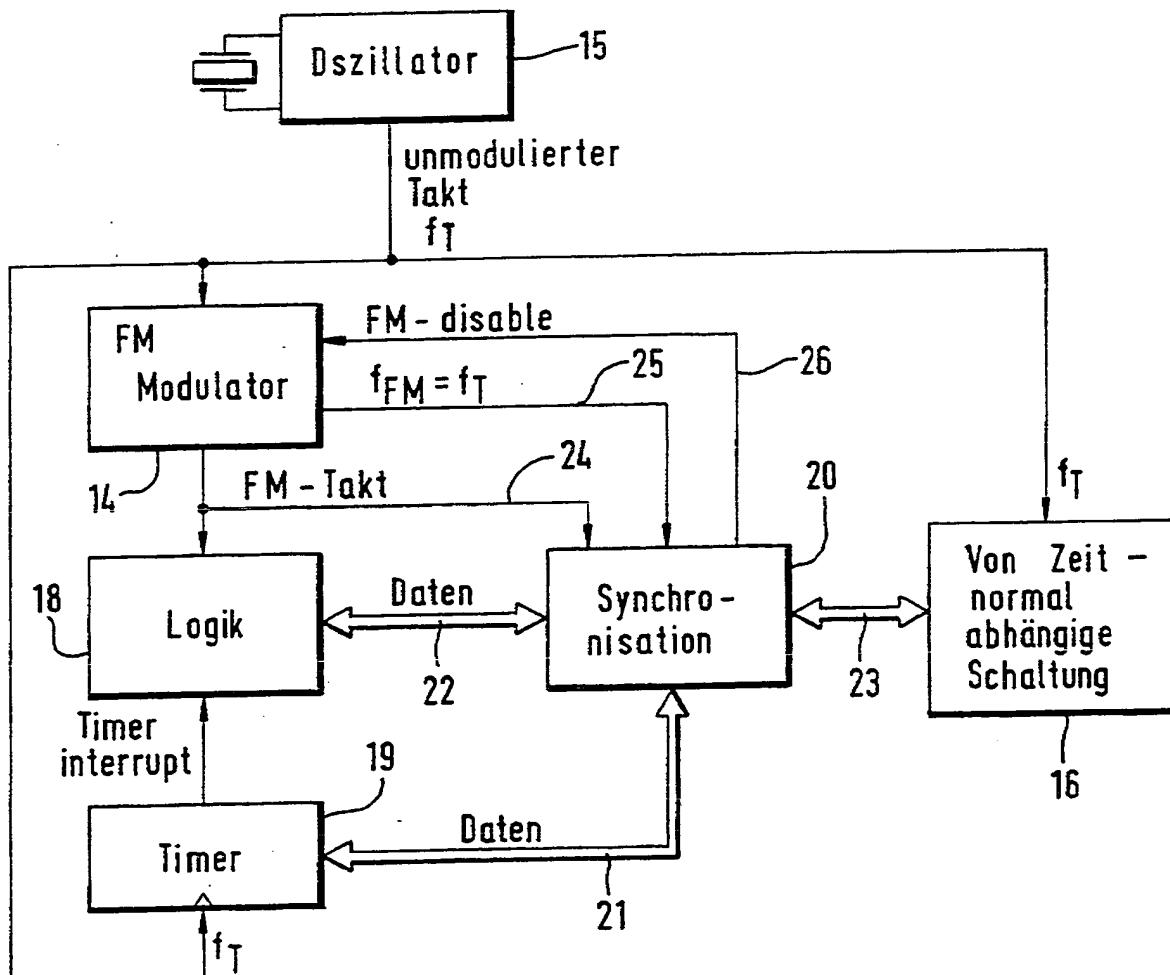


Fig. 4